

ВОДООЧИСНІ ПОРОДНІ ПОШУКОВІ ПЕРЕДУМОВИ

Сформульовано визначення групи водоочисних породних пошукових передумов за суттю зв'язків, за змістом та наведені перші 16 конкретних пошукових передумов.

Ключеві слова: підземні води, пошукові передумови.

Б.Г. Червоний. ВОДООЧИСНЫЕ ПОРОДНЫЕ ПОИСКОВЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ. Сформулированы определения группы породных водоочисных поисковых предпосылок и приведены первые 16 конкретных поисковых предпосылок.

Ключевые слова: подземные воды, поисковые предпосылки.

B.G. Chervoniy. WATER PURIFYING ROCK SEARCH PRECONDITION. Here are stated the definitions of the groups of rock water-purifying searching factors and also submitted first 16 concrete searching factors.

Key words: underground waters, searching factors.

Постановка проблеми. Давно відомі природні адсорбенти, в першу чергу, глинисті мінерали групи монтморилоніту, мінерали, здатні на катіонний обмін, явище вторинного збагачення окремими металами та осадження речовин з водних розчинів на геохімічних бар'єрах. Причому відомі випадки утворення промислових родовищ корисних копалин в ході перерахованих процесів. В усіх таких випадках відбувається запозичення твердою фазою компонентів гірських порід речовин, які знаходяться у воді в вигляді істинних або колоїдних розчинів. При цьому відбувається очищення підземних вод від певних компонентів. Проте не осмислено вплив усіх цих явищ на склад підземних вод в такій мірі, щоб це можна було використати для прогнозування змін складу підземних вод, тобто не сформульовані пошукові критерії. Це і є проблемою, поставленою в даній статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Давно відомі адсорбційні властивості глинистих мінералів. Адсорбційні (поглинальні) властивості глин полягають в їх здатності поглинати і утримувати барвні домішки із рідин та газів, смоли, слиз та інші колоїдальні речовини із мінеральних, рослинних і тваринних масел і жирів. Найбільш активними адсорбуючими глинами є монтморилонітові, високу адсорбційну властивість мають також бейделітові й змішані бейделіто-монтморилонітові глини [5, с. 486]. Вони мають високу поглинальну властивість і здатні вилучити із рідин різні забруднюючі зважені домішки [2, с. 451], їдкі та вуглекислі луги [2, с. 451]. Ці глини використовуються або безпосередньо в просу-

шеному вигляді, або після попередньої хімічної обробки (активації) для різних цілей. Так, ці глини використовуються для очистки продуктів перегонки нафти від сторонніх зважених домішок (смола, вуглисті речовини та ін.) [2, с. 453]. Вони здатні давати з водою і жирами стійкі густі суспензії, що використовуються для видалення жирів та масел при фарбуванні тканин (в текстильній промисловості) [2, с. 453]. Використовуються також ці глини для очистки води і харчових продуктів (вина, рослинних масел та ін.) [2, с. 454]. Взагалі ще немає загальноприйнятої класифікації глинистих мінералів [1, с. 149]. Зазвичай в групу монтморилоніту включають бейделіт, монтморилоніт та нонтроніт [2, с. 452]. Між такими мінералами, як монтморилоніт і бейделіт, монтморилоніт і нонтроніт, бейделіт і нонтроніт та інші можуть існувати ізоморфні серії мінералів змінного складу, загальноприйнята класифікація і номенклатура яких до цього часу не розроблена [1, с. 157].

В природних умовах в зоні гіпергенезу (вивітрювання) нерідко спостерігається зміна складу мінералів без зміни їхньої структури, пов'язана із заміщенням одних, неміцно утримуваних в кристалічній решітці катіонів іншими. В процесі такого заміщення одні катіони поглинаються твердою фазою, а інші, навпаки, виділяються в розчин. Внаслідок цього, наприклад, протікає накопичення калію в осадку і винос натрію в океан [7, с. 75]. Основними обмінними катіонами є іони кальцію, магнію, натрію, калію та водню [7, с. 76]. Із обмінних катіонів в глинах легше за все витісняється натрій, важче калій, потім амоній, магній і кальцій, найваж-

че – водень. Обмінна властивість глинистих мінералів характеризується ємністю поглинання, і виражають її в міліграм-еквівалентах на 100 г речовини. В монтморилоніту вона найбільша і складає від 100 до 160, в бейделіту – 70-100, в палигорскіту – 25-30, в гідромусковіту – 20-40, в галуазиті – 6-10, в каолініті – 3-15 [5, 484]. Отже, найбільшу здатність до катіонного обміну мають мінерали групи монтморилоніту [7, с. 76]. І справді, в глинистих мінералах групи монтморилоніту майже завжди є домішки заліза, кальцію, калію [2, с. 452], інколи магнію [2, 452], нікелю [2, с. 452, 454], марганцю [2, с. 452] або хрому [2, с. 454].

Оскільки монтморилоніт часто в суттєвих кількостях входить до лесових відкладів (2, с. 453), то майже суцільні покриви лесоподібних суглинків в Україні повинні бути водоочисними фільтрами від багатьох забруднювачів підземних вод.

Відомі природні утворення мінеральних речовин, які виникають на геохімічних бар'єрах, які представляють собою ділянки різкої зміни умов міграції водних розчинів [8, с. 406]. А. Перельман розрізняє серед геохімічних бар'єрів механічні, пов'язані із гальмуванням руху ґрунтових вод, і фізико-хімічні, пов'язані з різкою зміною хімічних умов, особливо лужно-кислотних і окислювально-відновлювальних [8, с. 406-414]. Випадіння урану із розчинів в природних умовах може протікати в шести випадках: 1) внаслідок гідролізу сульфатів; 2) при взаємодії з фосфатами, арсенатами, ванадатами і карбонатами; 3) при сорбції колоїдами гідроокисів заліза, кремнезему і органічних сполук; 4) при взаємодії з сильними відновлювачами високовалентних сполук і з сильними окислювачами гуматних сполук; 5) при коагуляції гідрозолей; 6) при зміні додатного значенням окислювально-відновлювального потенціалу середовища на від'ємне [8, с. 408]. Реально інфільтраційні родовища урану формуються в пісковиках і конгломератах, у вугіллі, в бітумінозних породах [8, с. 410]. В таких родовищах крім урану і ванадію, присутні мідь і в незначних кількостях свинець, кобальт, нікель, молібден, миш'як, селен [8, с. 410]. Це варіанти самоочищення підземних вод від урану, ванадію та інших металів.

Є припущення і про інфільтраційне походження деяких родовищ міді. При цьому первинна сульфідна мінералізація з міддю утворилась в морському басейні в обстановці сірководневого режиму. Пізніше, вже в умовах суші, сульфідні сполуки окислялись і розчинялись в ґрунтових водах, переносились у вигляді легкорозчинних сульфатів і знову відкладались нижче рівня ґрунтових вод. При цьому на значній глибині випадали халькозин-ковелінові руди з самородною міддю, вище були умови для відкладення окислів і карбонатів міді [8, с. 414-415]. Це варіант самоочищення підземних вод від міді.

Інфільтраційним же шляхом виникають інколи і родовища заліза при взаємодії ґрунтових вод, що вміщують залізо, з карбонатними породами [8, с. 416]. При цьому підземні води очищаються від заліза.

При взаємодії сірчаної кислоти, яка утворюється при окисленні сульфідів, наприклад, зони піритової вкрапленості, з карбонатними породами (з кальцитом), виникають інфільтраційні поклади гіпсу, іноді досить значні [8, с. 417]. При цьому підземні води очищаються як від сірчаної кислоти, так і від надлишку кальцію.

Відносно добре в геологічній літературі висвітлені процеси, які протікають вище рівня ґрунтових вод на родовищах корисних копалин. Найбільш агресивними являються води кислотні, сульфатні, але вони зазвичай достатньо швидко нейтралізуються вміщуваними породами, що затримує винос металів із зони окислення. Води кислотні гумінові, хоча впливають і менш енергійно, але при тривалій циркуляції, яка утворюється в умовах заболочених районів, вони можуть здійснити повний винос усіх металів із верхньої частини рудних тіл [8, с. 421].

Різні метали та їхні мінерали змінюються в зоні окислення по-різному. Причому розкладання первинних рудних мінералів протікає як в кислотних умовах в присутності сульфідів, так і в лужних умовах при їх відсутності. В іншому випадку можуть виникати легкорозчинні комплексні сполуки типу лужно-карбонатних для урану, фосфатно-карбонатних для міді, гуматних для золота, срібла та інших. Вони також забезпе-

чують перехід ряду елементів в розчин і міграцію їх за межі рудних тіл [8, с. 424].

Проте не весь метал виноситься в сульфатних або комплексних розчинах за межі родовища і розсіюється, частина його, нерідко значна, осаджується в зоні вторинного збагачення. Осадження металів із розчинів в зоні окислення відбувається по ряду причин, головними серед яких є: 1) взаємодія розчинів з породою і рудою; 2) взаємодія розчинів з розчинами; 3) взаємодія розчинів з газами; 4) випаровування розчинів; 5) гідроліз; 6) коагуляція; 7) адсорбція гелями [8, с. 424].

За поведінкою в зоні окислення виділяють чотири групи металів та їхніх руд: 1) таких металів, головні рудоутворюючі мінерали яких практично стійкі в зоні окислення або змінюються дуже слабо; 2) таких металів, головні рудоутворюючі мінерали яких, будучи нестійкими в зоні окислення, замінюються вторинними стійкими мінералами; 3) таких металів, головні рудоутворюючі мінерали яких нестійкі в зоні окислення, а продукти їх розкладу можуть легко розчинятись і виноситись за межі рудних тіл; 4) молібден і ванадій, які вирізняються своєрідним процесом концентрації в зоні окислення свинцевих родовищ [8, с. 429].

До першої групи належать залізо (гематит, магнетит, бурий залізняк), марганець (піролюзит, манганіт), алюміній (боксит), хром (хромшпінеліди), олово (касситерит), вольфрам (вольфраміт і шееліт), ртуть (кіновар), золото в кварцових жилах, платина [8, с. 430].

Фактично це ті сполуки, які зазвичай не забруднюють підземні води, бо не розкладаються в зоні аерації, або ж розкладаються лише при виняткових обставинах.

До другої групи відносяться свинець (галеніт), миш'як (арсенопірит), сурма (антимоніт), карбонатні руди заліза і марганцю, ільменіт [8, с. 431-433].

Свинцева руда – галеніт, нестійкий в зоні окислення і замінюється сульфатом свинцю – англезитом, а останній замінюється карбонатом свинцю – церуситом, вже стійким в зоні окислення [8, с. 431].

Мінерал миш'яку арсенопірит нестійкий в зоні окислення і замінюється стійким скородитом [8, с. 432].

Вісмутин (сульфід вісмуту) нестійкий в зоні окислення, проходячи через сульфатну стадію замінюється відносно стійкими мінералами вісмуту, частіше за все гідроокисом (бісміт) і карбонатом (бісмутин) [8, с. 432].

Головний рудний мінерал сурми – антимоніт – нестійкий в зоні окислення, і, пройшовши через сульфатну стадію змін або минувши її, замінюється окислами сурми: валентинітом, сенармонтитом, серванітритом, стібконітом [8, с. 432].

Карбонатні руди заліза й марганцю нестійкі в зоні окислення і замінюються окислами та гідроокисами цих металів [8, с. 432].

Головна титанова руда – ільменіт – в результаті окислення і гідратації позбавляється катіонів трьохвалентного заліза і проходячи стадії гідратованого ільменіту, арізоніту, лейкоксену, переходить, кінець кінцем, в рутил або анатаз, брукіт (окиси титану) [8, с. 433].

Тобто, до другої групи металів та їхніх руд відносяться ті сполуки, які хоч і розкладаються в зоні аерації, проте відразу ж переходять в інші, стійкі в зоні аерації сполуки, і тому не призводять до суттєвого забруднення підземних вод.

Отже, в природних умовах при деяких обставинах фактично не відбувається суттєвого забруднення підземних вод рядом металів, в тому числі і небезпечними – хромом, оловом, ртуттю, свинцем, миш'яком, вісмутом, сурмою.

До третьої групи належать руди цинку, міді, нікелю, кобальту, молібдену, урану, золота в сульфідних рудах, бору в ендегенних родовищах [8, с. 433-441].

Головний рудний мінерал цинку – сфалерит – нестійкий в зоні окислення і перетворюється на надзвичайно легко розчинну в ґрунтових водах сполуку – сульфат цинку. Сульфат цинку при контакті з карбонатним середовищем (вапняками) здатен осаджуватися у вигляді карбонату цинку (смітсоніту), а не зустрівшись з карбонатним середовищем, може бути практично повністю видаленим з родовища [8, с. 433]. Елементодомішки (германій, кадмій, талій, галій) мають тенденцію до розсіювання [8, с. 434-435].

Сульфіди міді, які утворюють первинні руди цього металу, нестійкі в умовах зони окислення і переходять в сульфат міді, який вимивається ґрунтовими водами [8, с. 435]. По мірі опускання ґрунтових вод до постійного рівня і нижче утворюються зони, де відкладаються карбонати, силікати, окисли, вторинні сульфіди і самородна мідь [8, с. 435-436]. Вторинні сульфіди міді утворюються при реакціях розчину сульфату міді з первинними сульфідами нижче рівня ґрунтових вод [5, 104]. В зоні окислення осадження міді відбувається також під впливом інших факторів: наявності карбонатів, адсорбції міді високодисперсними речовинами (кремнезем, каолін, псиломелан, лимоніт), взаємодії розчину сульфату міді з фосфорнокислими, миш'яковокислими, галоїдними, кремнекислими та іншими сполуками [5, с. 104].

Мінерали чотирьохвалентного урану в кислих водах зони окислення переходять в легкорозчинну сульфатну сполуку шестивалентного урану і можуть мігрувати донизу [8, с. 443]. Частина урану здатна затримуватись в зоні окислення, випадаючи в присутності фосфорної, миш'якової і ванадієвої кислот з утворенням подвійних солей [8, с. 439]. При окисленні безсульфідних або малосульфідних уранових руд в лужному середовищі утворюються легкорозчинні гідроокиси, комплексні карбонати і бікарбонатні та лужногуматні легкорозчинні сполуки. В цьому випадку в зоні окислення утворюються гідроокиси і силікати урану [8, с. 439]. Нижче рівня ґрунтових вод сульфатна сполука урану відновлюється сірководнем і сульфідами знову до чотирьохвалентного урану і, в кінці кінців, перетворюється в окисел урану [5, с. 106; 8, с. 443].

Відомо, що в корах вивітрювання у випадку нейтралізації кислих вод, гель гідроокисів заліза випадає в осад і при цьому сорбує уран, розчинений в воді. В подальшому в бурому залізняку формується розсіяна уранова мінералізація. Такі рудопрояви урану надзвичайно широко розповсюджені серед сульфідизованих порід [8, с. 408].

Золото в сульфідних рудах веде себе в зоні окислення по-різному в залежності від розмірів золотинок. Субмікроскопічне золото (менше 0,1 мкм) [5, с. 105] переноситься

в вигляді істинних або колоїдних розчинів типу сульфідних, сульфатних, тіосульфатних і органо-мінеральних комплексів [5, с. 440] або в вигляді галоїдів [5, с. 106] і пере-відкладається в зоні вторинного сульфідного збагачення [5, с. 106; 5, с. 441].

Бор в ендегенних родовищах майже повністю виноситься із добре пророблених зон окислення [8, с. 441].

Срібло, яке входить в різні сульфіди як власне срібні, так і в вигляді твердих розчинів в сульфідах міді, цинку і свинцю, в зоні окислення переходить в розчин у вигляді нестійкого сульфату срібла. Останній веде себе по-різному і може переходити із розчину в галоїдні сполуки, самородне срібло в зоні окислення, а в інших випадках переходити вже в зоні вторинного сульфідного збагачення в сульфіди срібла та самородне срібло [5, с. 106].

Легкорозчинні сполуки нікелю і кобальту, які утворюються при окисленні сульфохарсенідів, в зоні окислення переходять в важкорозчинні арсеніати [8, с. 442].

Вторинне збагачення в зоні цементації відбувається на родовищах міді, урану, срібла і золота (в сульфідних рудах), інколи нікелю [8, с. 442].

Окисні похідні молібдену не утворюють зон вторинного збагачення [8, с. 442].

Отже, до третьої групи металів та їх руд віднесено такі, які здатні суттєво забруднювати підземні води, проте в деяких ситуаціях підземні води здатні від них самоочищатись.

Четверта група металів, молібден і ванадій, інколи накопичуються в зоні окислення свинцевих родовищ досить своєрідним шляхом. Вміст цих металів в первинній свинцевій руді мізерний. Тому, скоріш за все, молібден і ванадій добувались інфільтраційним шляхом з бокових порід ґрунтовими водами, омиваючими верхню частину рудних тіл свинцевих родовищ. І вже в ході реакцій формувались молібдати і ванадати свинцю (вульфеніт і ванадиніт), які відклались в зоні окислення свинцевих родовищ [8, с. 441].

Тобто, до четвертої групи металів та їхніх сполук віднесені такі, які розкладаються в зоні аерації і забруднюють підземні води, проте в ході реакцій в зоні окислення

свинцевих родовищ самі переходять в стійкі сполуки, та це й зв'язують частину свинцю, в результаті чого підземні води самоочищаються.

Своєрідне вторинне збагачення склалось на деяких залізорудних родовищах Кривого Рогу. Тут по пластах залізистих кварцитів, зібраних в складки, циркулює ґрунтова вода по принципу напірного артезіанського басейну. Спочатку під дією кислоти води проходять переважно процеси окислення і розчинення рудних і карбонатних складових. Поступово, при просуванні вод донизу, скорочується кількість вільного кисню та вуглекислоти, в розчині зростає кількість карбонатів (бікарбонатів). вода стає лужною. Вона починає розчиняти і виносити кремнезем з накопиченням в залишку багаті гематитової руди, інколи в суміші з випадаючим із розчину сидеритом. Так утворюються поклади багатих гематитових руд в специфічній зоні вторинного збагачення [8, с. 445]. В цьому випадку підземні води спочатку забруднюються залізом і карбонатами, проте потім самоочищаються від названих сполук, а забруднюються кремнеземом.

Зона цементації пісків кремнисто-залізистою або карбонатною речовиною в зоні коливання рівня ґрунтових вод [9, с. 83], як і відкладення уранових руд на локальних, погано проникних екранах на шляхах циркуляції ґрунтових вод в перешаруванні пісковиків й аргілітів [8, с. 411], мабуть можна вважати утвореннями на механічних геохімічних бар'єрах, пов'язаних із гальмуванням руху ґрунтових вод [8, с. 408]. Це механізм самоочищення підземних вод від сполук заліза, кремнезему та карбонатів. Отже, в природних умовах існує багато механізмів самоочищення підземних вод.

Виділення невирішених раніше частин проблеми й формулювання цілей статті. Як видно з огляду публікацій, відомо багато способів самоочищення підземних вод, які потрібно враховувати при їх пошуках. Проте пошукові передумови для підземних вод з врахуванням їх здатності до самоочищення поки що лише намічені в [12]. Таким чином, цілком даної статті є нормальний виклад відповідних водоочисних пошукових передумов.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як стало зрозуміло з огляду публікацій, очищення підземних вод відбувається при їхній взаємодії з деякими специфічними породами (карбонатними, бітумінозними, вугіллям), при наявності в породах деяких особливих мінералів: карбонатів, активних адсорбентів, іонообмінних мінералів, сульфідів, при наявності в воді колоїдів, а в породах – локальних зон пониженої проникності, а також поблизу рівня підземних вод незалежно від складу порід та при зміні газового режиму вод (зменшення вмісту вуглекислоти або збільшенні вмісту сірководню).

Отже, підземні води справді здатні до самоочищення в певних ситуаціях. Залишилось лише сформулювати пошукові критерії, що і викладено далі, причому, починаючи з конкретних пошукових критеріїв.

1. При наявності в розрізі вище рівня ґрунтових вод карбонатних порід підземні води очищаються від урану [8, с. 410], заліза [8, с. 416], цинку [8, с. 433], міді [5, с. 104], сірчаної кислоти [8, с. 417], свинцю [8, с. 431], вісмуту [8, с. 432] та, вірогідно, деяких інших елементів внаслідок хімічних реакцій.

2. При наявності в розрізі, через який проходять води, порід з глинистими мінералами, здатними до катіонного обміну (пісків, алевритів з глинами), особливо групи монтморилоніту, ґрунтові води в результаті катіонного обміну очищаються від заліза, нікелю, марганцю [2, с. 454], хрому [2, с. 454; 1, с. 157], цинку [1, с. 157], магнію, кальцію, натрію [2, с. 452-454], можливо, і від деяких інших забруднювачів.

3. При наявності в розрізі піщаних і алевритових порід з домішкою глинистих мінералів групи монтморилоніту, через які проходять підземні води, за рахунок адсорбції підземні води очищаються від їдких та вуглекислих лугів [2, с. 451], колоїдальних речовин, смол, слизу [5, с. 486].

4. При проходженні атмосферних опадів, забруднених на поверхні, через товщу лесів й лесоподібних суглинків, які вміщують кальцит від частки відсотку до 35-40% [1, с. 120-121] та глинисті мінерали монтморилоніт і бейделіт часто в суттєвих кількостях [2, с. 453], води очищаються за рахунок

реакцій з карбонатами, в ході обміну катіонів та в результаті адсорбції від смол, колоїдальних речовин (органічних) [5, с. 486], їдких та вуглекислих лугів [2, с. 451], заліза [2, 454; 5, с. 416], цинку [8, с. 433], міді [5, с. 104], нікелю, марганцю [2, с. 454], хрому [1, с. 157; 2, с. 454], сірчаной [8, с. 417] та інших кислот, свинцю [8, с. 432], магнію [2, с. 452-454] та інших речовин.

5. При наявності в розрізі, через який протікають підземні води, водопроникних порід (пісків, алевритів) з каолінітом води очищаються від міді [5, с. 105] (за рахунок сорбції) та інших речовин.

6. При наявності в породах розрізу, через який рухаються підземні води, лимоніту в будь-якій формі, води очищаються від міді [5, с. 104] та інших речовин за рахунок сорбції.

7. При наявності в породах розрізу, через який рухаються підземні води, високодисперсного кремнезему води очищаються від міді [5, с. 104] та, можливо, інших речовин за рахунок сорбції.

8. В зоні коливання рівня ґрунтових вод, де виникає механічний геохімічний бар'єр за рахунок гальмування руху ґрунтових вод [8, с. 406], вода очищається від кременистих, залізистих і карбонатних речовин, які, випавши в осад [9, с.83], в подальшому спрацьовують як сорбенти (кременисто-залізна речовина), або як активний реагент (карбонатна речовина), які додатково очищають воду по схемі критеріїв 1, 6 та 7.

9. При неоднорідній будові розрізу вище рівня ґрунтових вод і при наявності локальних погано проникних екранів на шляхах циркуляції ґрунтових вод виникають механічні геохімічні бар'єри, пов'язані із гальмування руху ґрунтових вод [8, с. 406], на яких можливе очищення ґрунтових вод від урану [8, с. 411], заліза, кремнезему і карбонатів [9, с. 83].

10. При наявності в розрізі вище рівня ґрунтових вод порід бітумінозних, підземні води можуть очищуватись від урану за рахунок відновлення його шестивалентних сполук в чотиривалентні з випаданням в осад [8, с. 410].

11. При наявності в розрізі вище рівня ґрунтових вод вугілля або розсіяної вуглистої речовини в породах можливе очищення

ґрунтових вод від урану за рахунок відновлення його шестивалентних сполук до чотирьохвалентних з випадінням в осад [7, с. 410]. Одночасно в таких випадках відбувається забруднення підземних вод залізом за рахунок відновлення трьохвалентного заліза в двохвалентне з переходом його в розчин, про що свідчить обезбарвлювання попередньо озалізених пісків [9, с. 79].

12. При наявності сульфідів в породах нижче рівня ґрунтових вод і забрудненні ґрунтових вод вище їх рівня сполуками міді, нікелю, золота, срібла, урану, нижче рівня ґрунтових вод відбувається очищення підземних вод від міді, нікелю і срібла за рахунок реакції розчинених сульфатів з первинними сульфідами і утворення зони цементації із вторинних сульфідів [8, с. 442; 5, с. 106], золота за рахунок розпаду органічно-мінеральних та інших комплексів [5, с. 106; 4, с. 441], а урану – за рахунок відновлення сірководнем і сульфідами [5, с.106; 8, с.443].

13. При наявності в ґрунтових водах в зоні аерації колоїдів гідроокисів заліза води очищаються від сполук урану внаслідок сорбції їх гелем гідроокисів заліза при випаді його в осад, а в подальшому цей комплексний осад перетворюється в бурий залізняк з розсіяною урановою мінералізацією [8, с. 408].

14. При наявності в ґрунтових водах колоїдів кремнезему води очищаються від урану [8, с. 410] та міді [5, с. 104] внаслідок сорбції сполук металів колоїдами.

15. При наявності в ґрунтових водах колоїдів органічних сполук води очищаються від урану [8, с. 410] внаслідок сорбції його сполук колоїдами.

16. При зменшенні в воді розчиненої вуглекислоти вода очищається від частини карбонатів, які випадають в осад [8, с. 544-545].

Звичайно ж, це не повний перелік можливих водоочисних пошукових передумов. Проте і ці перші 16 конкретних передумов дозволяють дати визначення групи водоочисних пошукових передумов за суттю зв'язків.

Водоочисні породні пошукові передумов – це такі закономірні зв'язки між складом та проникністю гірських порід і складом підземних вод (іонним, газовим та коло-

їдальним), які дозволяють передбачати зміни складу підземних вод в певних ситуаціях, що можна використати для спрямування пошуків підземних вод.

Визначення цих критеріїв за змістом наступне.

При наявності в гірських породах хімічно активних компонентів, які розкладаються, або в присутності поверхневих забруднювачів антропогенного походження підземні води забруднюються, проте здатні до часткового чи повного самоочищення при наявності в породах інших хімічно активних компонентів, адсорбентів або глинистих мінералів, здатних до катіонного обміну, а також при наявності механічних геохімічних бар'єрів у товщі порід та при зміні газового режиму самих вод.

Всі вказані вище пошукові критерії за суттю зв'язків просторово-речовинні, за ступенем універсальності – критерії родовищ, інколи – полів родовищ або й більших ділянок (критерії 4 та 8), хоча не виключено їх використання і для окремих зон в родовищі [10, 11]. За часом використання ці критерії прогнозуючі, за призначенням – обнадійливі, за ступенем надійності – якісні [11]. Вихідними даними для них є відомості про геологічний розріз на площі та явні ві-

домості або лише припущення про можливий склад підземних вод. Кінцеві результати – передбачення можливих змін складу підземних вод по окремих компонентах та виділення площ і частин геологічного розрізу з передбачуваними змінами складу вод.

Висновки з даного дослідження та перспективи подальших розвідок. Сформульовано перші 16 пошукових критеріїв для прогнозування якості підземних вод, які стосуються можливостей самоочищення забруднених підземних вод. Подальші перспективи вбачаються в розширенні переліку критеріїв цього напрямку та у виявленні кількісних характеристик кожного критерію.

Проте не варто очікувати підвищення продуктивності праці геологів від застосування висвітлених пошукових передумов, бо геологи в цьому не зацікавлені через повну відчуженість від кінцевих результатів своєї роботи – родовищ корисних копалин і прибутків від їхньої розробки. Вже запропонована система заходів для заохочення геологів до більш продуктивної праці [4, с. 156-169], і поки вона (або інша система заходів, ще ефективніша) не буде реалізована, в принципі не може бути високоефективною роботи геологів.

Література

1. Безбородов Р.С. Краткий курс литологии: учебник. – М.: Изд-во УДН, 1989. – 313 с.
2. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебник. – 3-е изд., испр. – М.: Госгеолтехиздат, 1961. – 539 с.
3. Вахромеев С.А. Месторождения полезных ископаемых, их классификация и условия образования. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1979. – 288 с.
4. Гурський Д.С. Концептуальні засади державної мінерально-сировинної політики щодо використання стратегічно важливих для економіки країни корисних копалин. – Львів: ЗУКЦ, 2008. – 192 с.
5. Курс месторождений твердых полезных ископаемых / П.М. Татаринов, А.Е. Карякин, А.С. Голиков и др. – Л.: Недра, 1975. – 631 с.
6. Полезные ископаемые: учебник для техникумов / И.О. Романович, А.И. Кривцов, Д.П. Филиппов и др. – М.: Недра, 1982. – 384 с.
7. Прошляков Б.К., Кузнецов В.Г. Литология и литолого-фациальный анализ. – М.: Недра, 1981. – 284 с.
8. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. – 4-е изд., перераб и доп. 0 М.: Недра, 1982. – 669 с.
9. Цехомский А.М., Карстенс Д.И. Кварцевые пески, песчаники и кварциты СССР. – Л.: Недра, 1982. – 158 с.
10. Червоний Б.Г. Десять рівнів універсальності пошукових передумов // Мінеральні ресурси України. – 2006. – № 4. – С. 29-35.
11. Червоний Б.Г. Зміна уявлень про пошукові критерії та шляхи прогнозування родовищ корисних копалин за останні десятиліття // Мінеральні ресурси України. – 2008. – № 1. – С. 37-40.
12. Червоний Б.Г. Перспективи подальшої розробки пошукових критеріїв для прогнозування корисних копалин // Матеріали міжнародної наук.-практ. конф. "Регіон-2008: Стратегія оптимального розвитку". – Харків: Харків. нац. ун-т, 2008. – С. 360-363.